

4. 結 び

青函間運輸量は前述の如く急激に増加しつゝあり、殊に目下の事変に際し北海道の資源開發目醒しく青函運輸量の飛躍も亦著しい。一方港内埋立地に沿ふ市勢の發展も相當急速である。筆者は此の機會に速に對策が考究せられ改良計畫の決定一日も速かならん事を希望するものである。

降雪地方に於ける經濟的線路切擴幅員に就て

(昭和 13 年 7 月 16 日 土木學會第 2 回年次學術講演會に於て)

會 員 岡 部 二 郎*

1. 緒 言

現在降雪地方に於ける除雪作業は機械除雪を主とするに至り、人力除雪は唯機械力の不備を補ふ程度に過ぎない。機械除雪と人力除雪との間には其の能率、經費の點に於て格段の差があるから極力雪掻車を増備することに依つて人力除雪費の軽減を図らんとする趨勢である。

機械除雪が人力除雪に比較して有利なことは今更敘説を要しない所であるが、札幌に於ける調査に依れば、ラッセル雪掻車及廣幅雪掻車を使用することに依つて除雪費を人力除雪の場合の 17% に低下し得た實例がある。従つて雪掻車増備費の加きは數年にして償却し得るのみならず、迅速に除雪の目的を達成し、列車運転に對する支障を最少限度に止める効果に至つては人力の到底追従することの出来ない利益がある。

併し乍ら線路の切取部に於て線路敷内の雪を排除する爲に必要な相當な空地がない場合は雪掻車の兩翼を充分活用し難い許りでなく、折角雪掻車に依つて排除された雪も雪掻車の通過後再び軌道内に崩壊して其の効果が著しく減殺される處がある。

雪掻車の能率を充分發揮させる爲には切取内に積つた雪を豫め人力其の他の適當な方法に依つて軌道中心より相當遠距離迄片付けて置くのであるが、若し線路敷が餘りに狭い場合は雪を極めて高所迄運び上げることゝなつて多大の勞力を必要とする。従つて機械除雪を主とする線路區間に於ては切取内の線路敷を出來得る限り切擴げ、雪掻車の翼の活用を図り且つ人力を節約すべきである。

國有鐵道は年々多額の改良費を投じて切取に於ける線路切擴を實行しつゝあるが、未だ充分とは云ひ得ない。特に昭和 10 年度の降雪は數十年來未曾有の記録に至る所に於て切擴の必要を痛感したのであるが、其の中でも急施を要する箇所を選ぶと改良費 2 239 000 円を要するのである。

線路切擴の所要幅員は積雪量、使用雪掻車の種類其他地方的事情に依つて異にすべきものであつて、本調査に於ては之等の事情を考慮して經濟的見地より適當とする切擴幅員を見出さんとするものである。

2. 各局の現行標準切擴幅員

降雪地方を有する各鐵道局の標準切擴幅員或は之に對する意見を示せば次の通りである(以下線路切擴幅員とは軌道中心より切取法面末端迄の水平距離を云ふ)。

* 鐵道技師 工學士 鐵道省工務局保線課勤務

(1) 東鉄：東鉄に於ては一定の標準はなく從來の施行例を見ると軌道中心から 3.5~4.0m である。

(2) 名鉄：名鉄に於ては積雪量を考慮の上線別に表-1 の如き標準切擴幅員を定めてゐる。

(3) 大鉄：大鉄では標準はなく、積雪量に依つて表-2 の如き寸法を可とする意見である。

(4) 仙鉄：仙鉄に於ては積雪量に応じ標準切擴幅員を表-3 の如く定めてゐる。

(5) 札鉄：札鉄に於ては標準寸法の定めはなく積雪量に応じ 4.5~7.0m に改良して居る。

表-1.

線名	切擴幅員(m)
東海道線	5.00
北陸線	6.00
高山線	5.00
中央線	5.00
信越線	6.00

表-2.

積雪量	切擴幅員(m)
2.0 m 未満	5.00~6.00
2.0 m 以上	6.00 以上

表-3.

積雪量	切擴幅員(m)
3.00 m 以上	6.00
1.50~3.00 m	5.00
1.50 m 以下	4.50

以上各局の改良工事の實例を見るに積雪量に応じ切擴幅員は 4.5~7.0m であるが、其の施工標準値に相當の差異のあることがわかる。

3. 積雪量

必要な切擴幅員は特殊の事情を考慮しなければ積雪量と最も密接な關係がある。

今、保線區別に昭和元年度より昭和 9 年度迄 9 ケ年間の平均最大積雪量を示せば表-4 の如くである。

表-4. 保線區別平均最大積雪量調 (昭.元~9)

1.0m 以下	1.0~1.5m	1.5~2.0 m	2.0~2.5m	2.5~3.0m
金澤	鳥取	高山村上	福井	直江津
七尾	宮津	高岡津川	横手	福島
大垣	若松	富山八雲	新庄	長岡
美濃太田	弘前	糸魚川岩見澤	酒田	黒松内
静岡	大曲	致賀追分	手宮	俱知安
	機織	小濱下富良野	月形	深川
	大館	豊岡新得	上川	留萌
	山形	川渡興部	音威子府	
	新津	照澤尻名寄	濱頓別	
	白山	荒屋新町稚内	柏崎	
	室蘭	野邊地		
	大樹	青森		
	標茶	米澤		

4. 段切りの形状

除雪を雪掻車に依つて排除した後之を其の儘放置するならば些少の風に依つても再び軌道上に崩壊

する虞がある許りでなく、次に雪掻車を運転する場合一旦翼に依つて排除された雪も直ちに軌道内に落下するから軌道中心より相當幅員以内の雪は兩側に階段狀に積み上ぐるを普通としてゐる。若し線路兩側に雪を積上ぐる餘地のない場合は人力に依つて切取外に迄搬出する必要があるが、之に對しては多大の勞力を要し多雪地方又は長大なる切取區間に在りては實施困難である。段切りの形状は線路切擴幅員に依つて變化し、又使用雪掻車の種

類、雪質、地形等に依つて異なるものであるが、ラッセル雪掻車運転区間の場合に於ては大体 図-1 に示す断面とする。

5. 除雪幅員

雪掻車の翼を全開した場合の最大幅員は表-5 に示す如く、鉄製ラッセル雪掻車は 2.25m、掻寄雪掻車は 2.70m、廣幅雪掻車は 3.50m である。

併し乍らラッセル雪掻車の場合は其の除雪能力を充分發揮させる爲には翼幅外相當幅員迄の間は強め雪を排除して置く必要がある。然らざる場合はラッセル雪掻車の走行抵抗が極めて大となるのみならず一旦排除した雪も直ちに軌道内に崩壊せんとする傾向がある。従つて段切をなす場合の標準幅員中軌條面の高さに於ける人力除雪幅員即ち 図-1 に於て a の寸法は表-6 の如く表-5 の除雪幅員に對して多少の餘裕を與ふるのが常である。

6. 段切除雪の階段數と除雪費との關係

段切をなすに當り段數は積雪量と線路幅員の關係によりて自ら定まるのであるが、段數を増加すれば同じ雪を數回に亘つて投上げることとなり、又上段に於ては足場不良で除雪能率が著しく減退する。

今段切りの段數と作業能率との關係を調査すれば表-7 の如くである。

之を實例より見るに段切りは第 3 段迄は普通施行されるが、4 段以上は特殊の場合即ち長い切取内で積雪量多く且つ線路幅狭く取捨てに莫大の勞力を要する場合等已むを得ない場合に限られて居る。従つて人力除雪費を軽減するには出來得る限り線路切替をなし、成る可く少き段數に依つて雪を處理し得る構造となす必要がある。

図-1.

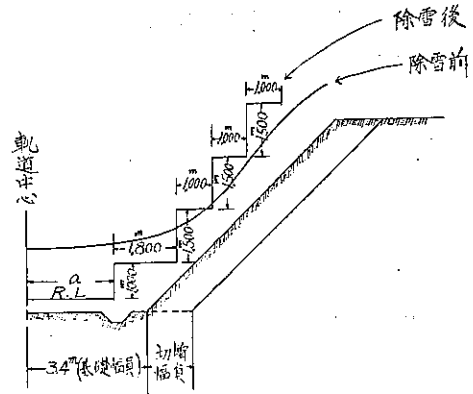


表-5. 雪 掻 車 幅 員 調

雪 掻 車 名	幅 員 (m)
木製ラッセル 單線用	1.940
〃 複線用	2.000
鉄製ラッセル	2.250
回轉雪掻車	2.135
掻寄雪掻車 安全用	2.000
〃 1 段開	2.100
〃 2 段開	2.400
〃 3 段開	2.700
廣幅雪掻車	3.500

表-6. 軌條面の高さに於ける人力除雪幅員

使 用 雪 掻 車	除雪幅員 (m)
ラ ッ セ ル 車	2.50
廣 幅 雪 掻 車	3.50

表-7. 段 切 能 率 比 較 表

段 數	1人1日當り投げ上げ量 (m³)
第 1 段より第 2 段	65
第 2 段より第 3 段	47
第 3 段以上	35

7. 経済的切幅員

線路敷幅を擴大すれば除雪費を減少せしめ得ることは前述の如くであるが、線路切幅を行ふには相當額の工事費が必要である。而して線路切幅工事費は切幅幅員、切取高、地價其の他地方的事情によつて著しく異なる。

今地價及其の他地方的諸條件を假定して種々の切取高さに對する切幅工事費を求め、更に切幅をなさざる場合並に切幅けたる場合の除雪費の差額を考慮して経済的切幅幅員を求めんとするならば、其の關係は次式に依つて表はすことが出来る。

$$\begin{aligned} \text{(線路切幅に依る受益年額)} &= \text{(切幅前の除雪費年額)} \\ &\quad - \text{(切幅後の除雪費年額)} \\ &\quad - \text{(切幅工事費利息年額)} \end{aligned}$$

上式に於て線路切幅に依る受益年額の零なる場合が切幅幅員の限度であつて、受益年額の最大なる場合が最も適當なる切幅幅員を示すものである。

除雪費は降雪量、降雪日數のみでなく雪質及除雪方法等に依り差があるから、之を一律に論ずることは無理であるが、便宜上除雪能力に就ては各地の平均歩掛を用ひ降雪量と降雪日數との關係は從來の統計より求め除雪費を計算すれば次の如くである。

但し本文に於ては雪掻車として最も普通に用ひらるゝラッセル型に依る場合に限定して計算するものとする。

8. 降雪日量と降雪日數との關係

除雪費は1回の降雪量並に降雪回數に依り増減するものである。今全國主要降雪地に就て近年に於て最も降雪多量であつた昭和9年度と比較的降雪の少なかつた昭和10年度に於ける降雪量の累計及降雪日數を最大積雪量別に図示すれば夫々 圖-2 及 圖-3 の如くである。

今 圖-2 及 圖-3 より最大積雪量別に降雪量累計及降雪日數並に平均降雪日量を求めれば 表-8 の如くである。

表-8. 降雪量累計、降雪回數及平均降雪日量

最大積雪量 (m)	降雪量累計 (P) (m)	降雪日數 (N)	平均降雪日量 ($\frac{P}{N}$) (mm)
1.00	4.365	40	109
1.50	6.790	52	131
2.00	9.215	62	149
2.50	11.640	70	166
3.00	14.065	76	185
3.50	16.490	79	209

圖-2. 最大積雪量と降雪累計との關係

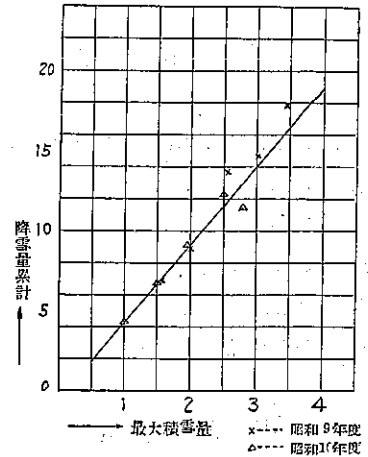
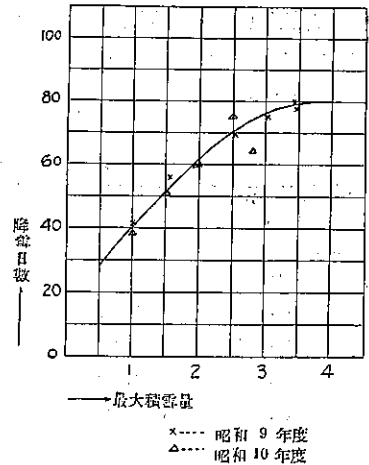


圖-3. 最大積雪量と降雪日數との關係



9. 累積量

前項に於て最大積雪量に応じ平均降雪日量と降雪日數とを知ることが出来た。併し乍ら毎回の降雪量は其の儘累積されるものでなく、前回の積雪は温度の変化に依つて一部は融解し、或は次回の降雪のため其の圧力に依つて其の容積は減少される。

図-4. 陸羽西線古口に於ける積雪量 (昭和3年度)

図-4 は降雪期間内に於ける積雪量の変化の一例を示したもので、最大積雪量は降雪期の凡そ中頃に於て到達される。此の關係は環境により多少の遅速はあるが、今降雪期の中間に於て積雪量が最大値に達するものと假定し1日平均累積量を求むれば次の如くである。

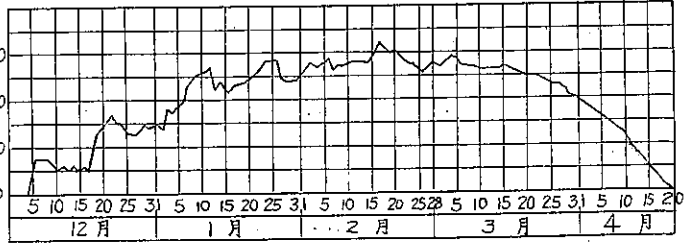


表-9. 1日平均累積量

$$1日平均切累積量 = \frac{\text{最大積雪量}}{\text{降雪日數} \times 2}$$

最大積雪量 (m)	1日平均累積量 (mm)
1.00	50
1.50	58
2.00	65
2.50	71
3.00	79
3.50	89

上式に依つて最大積雪量別に1日平均累積量を求むれば表-9 に示す通りである。

次に軌道上の雪が雪掻車に依つて線路の兩側に排除され或は人力段切に際して第1段より第2段、第2段より第3段へと投げ上げらるゝ場合、雪は雪掻車に依つて圧縮され或は従事員に依つて踏み付けられて其の容積を減少することは明かで、此の圧縮率は凡そ30%と推定される。

10. 除雪費

今降雪の都度軌道上の雪は凡て一旦雪掻車に依つて兩側に排除され雪掻車運転後は次回の運転に際し、其の機能を障碍せざる様、常に図-1 に示すが如き標準型に人力に依つて段切をなすものとする。

除雪従事員1日の給額を昭和9年度の實績より1.45円とす。

以上の如くして延長100m當り除雪費年額を図示すれば図-5の如くである。

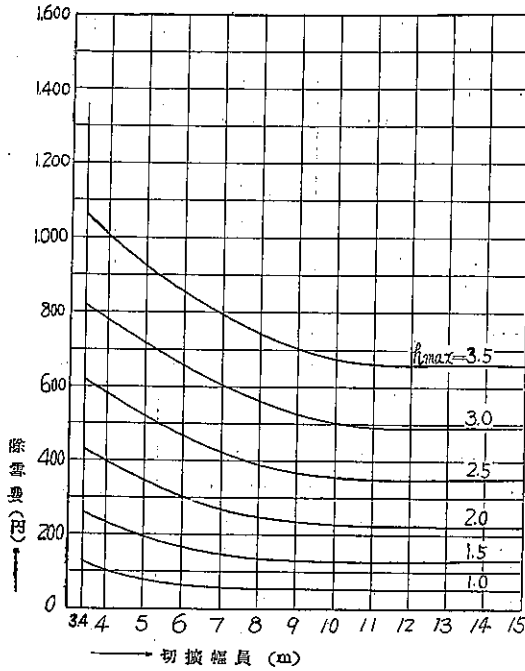
線路幅員3.4mの場合を基準とし切替に依つて節約される除雪費年額を求むれば表-10の如くである。

表-10 (1). 切替幅員別除雪費節約額 (円)

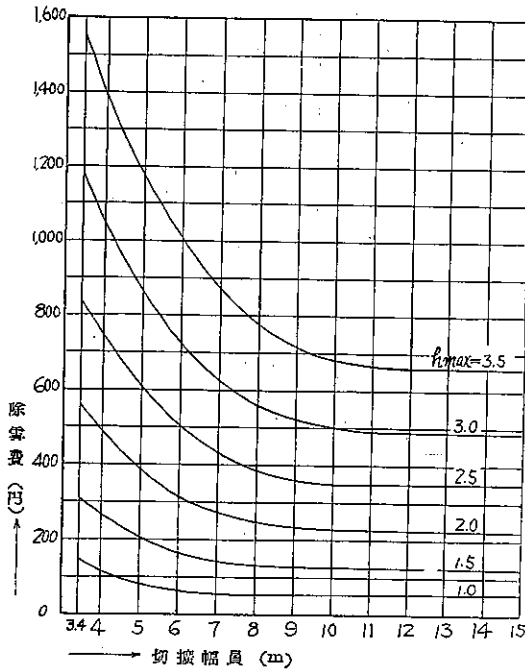
H=3m

$h_{max}(m)$ S(m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
4.0	18.23	21.72	28.62	34.10	41.00	44.10
5.0	42.34	59.42	81.02	91.96	97.92	120.82
6.0	60.90	94.52	119.10	137.74	160.62	192.90
7.0	68.80	113.08	158.24	182.44	212.10	254.92
8.0	65.24	124.38	183.76	224.84	257.34	305.54
10.0	—	—	—	257.02	311.28	370.92

図-5. (1) 切換幅員別除雪費 (延長 100 m 當り)
 $H=3\text{ m}$



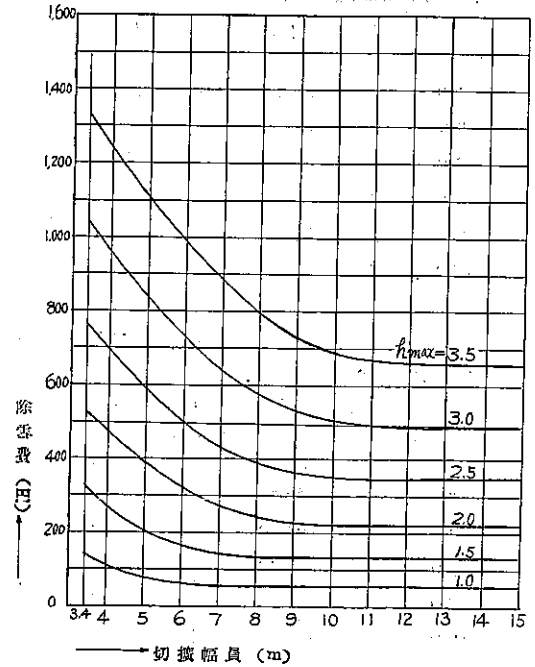
(3) 切換幅員別除雪費 (延長 100 m 當り)
 $H=10\text{ m}$



H : 切取高 (m), h_{max} : 最大積雪量 (m), S : 切換幅員 (m)

註: 切換幅員 3.4 m は基準線路敷幅員で切換を施行せざる場合に對するものである。

(2) 切換幅員別除雪費 (延長 100 m 當り)
 $H=6\text{ m}$



(4) 切換幅員別除雪費 (延長 100 m 當り)
 $H=15\text{ m}$

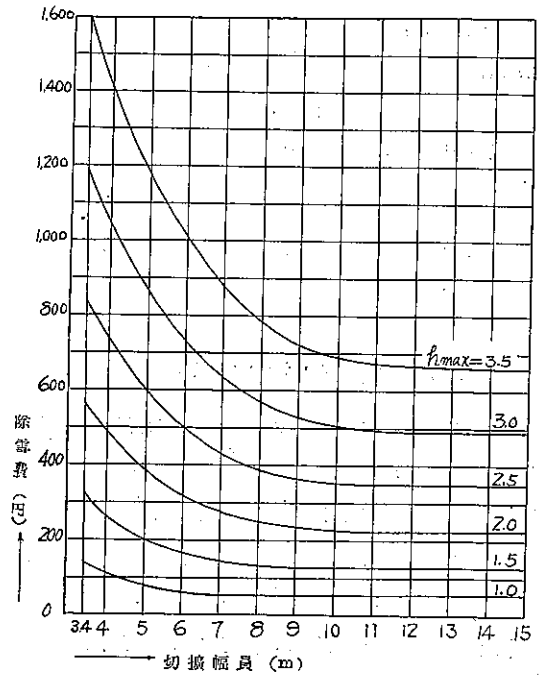


表-10 (2). 切擴幅員別除雪費節約額 (円) $H=6\text{ m}$

h_{max} (m) \ S (m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
4.0	32.20	46.24	66.12	69.22	72.50	73.04
5.0	63.80	122.38	156.30	180.00	191.40	202.36
6.0	82.36	159.80	220.68	273.00	295.52	323.66
7.0	85.26	178.94	263.24	333.62	398.76	429.74
8.0	86.70	190.24	293.76	380.48	462.42	526.50
10.0	—	—	—	418.66	530.12	629.70

(3). 切擴幅員別除雪費節約額 (円) $H=10\text{ m}$

h_{max} (m) \ S (m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
4.0	32.20	59.16	85.26	113.38	133.40	141.52
5.0	63.80	127.30	190.82	255.20	312.04	355.84
6.0	82.36	164.72	255.20	345.68	452.80	522.44
7.0	85.26	183.86	302.76	417.30	545.50	648.44
8.0	86.70	195.16	328.28	465.16	619.16	757.20
10.0	—	—	—	497.34	676.86	858.40

(4). 切擴幅員別除雪費節約額 (円) $H=15\text{ m}$

h_{max} (m) \ S (m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
4.0	32.20	59.16	85.26	124.26	148.48	162.26
5.0	63.80	127.30	190.82	256.08	330.30	408.90
6.0	82.36	164.72	255.20	346.56	459.06	579.50
7.0	85.26	183.86	302.76	418.18	563.76	701.50
8.0	86.70	195.16	328.28	466.04	637.42	810.26
10.0	—	—	—	498.22	695.12	903.46

11. 線路切擴工事費利息

図-6. 切擴圖

法面切擴工事費を計算するに當り附近の地勢, 地質其の他工法等に依つて其の工事費は一様でないが, 図-6の如く法は1割勾配とし, 工費及用地費は次の如く定める。

切取工費 (P) 1 m^3 に付 1.00円 1.20円 1.50円
 用地費 1 m^2 に付 0.20円

今此の單價によつて種々の高さに応じ, 延長100m當りの切擴工事費を求め, 其の利率を年4%とすれば工事費利息年額は表-11の如くである。

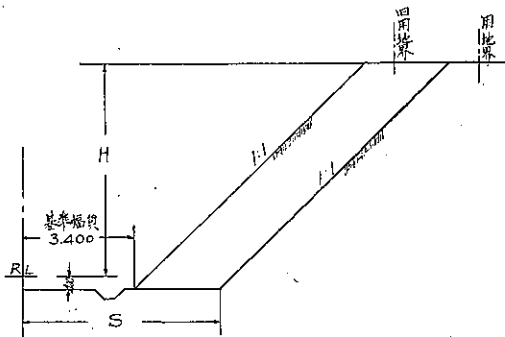


表-11 (1). 切擴工事費利息 (円) ($p=1.00$ 円の場合)

H (m) \ S (m)	3.0	6.0	10.0	15.0	20.0
4.0	17.28	31.68	50.88	74.88	98.88
5.0	46.08	84.48	135.68	199.68	263.68
6.0	74.88	137.28	220.48	324.48	428.48
7.0	103.68	190.08	305.28	449.28	593.28
8.0	132.48	242.88	390.08	574.08	758.08
10.0	190.08	348.48	559.68	833.68	1 087.68

表-11 (2). 切擴工事費利息 (円) ($p=1.20$ 円の場合)

H (m) \ S (m)	3.0	6.0	10.0	15.0	20.0
4.0	20.54	37.82	60.86	89.66	118.46
5.0	54.78	100.86	162.30	239.10	315.90
6.0	89.02	163.90	263.74	388.54	513.34
7.0	123.26	226.94	365.18	537.98	710.78
8.0	157.50	289.98	466.62	687.42	908.22
10.0	225.98	416.06	669.50	936.30	1 303.10

表-11 (3). 切擴工事費利息 (円) ($p=1.50$ 円の場合)

H (m) \ S (m)	3.0	6.0	10.0	15.0	20.0
4.0	25.44	47.04	75.84	111.84	147.84
5.0	67.84	125.44	202.24	298.24	394.24
6.0	110.24	203.84	328.64	484.64	640.64
7.0	152.64	282.24	455.04	671.04	887.04
8.0	195.04	360.64	581.44	857.44	1 133.44
10.0	279.84	517.44	834.24	1 230.24	1 626.24

又法切擴幅員別の除雪費節約額と切擴工事費利息との關係を図示すれば 図-7 の如くである。

切擴に依る除雪費節約額と切擴工事費利息の差額、即ち線路切擴の利益額を図示すれば 図-8 の如くである。

表-12 の値は 図-8 より求めた利益最大の場合の切擴幅員で之を以て最も経済的な線路切擴幅員とすることが出来る。図-9 は此の値を図示したものである。

表-12 (1). 経済的切擴幅員 (m) ($p=1.00$ 円の場合)

H (m) \ h_{max} (m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
3.0	4.30	5.80	6.80	7.80	8.70	9.60
6.0	3.80	5.00	5.90	6.80	7.80	8.70
10.0	—	4.10	4.90	5.80	6.70	7.60
15.0	—	—	3.90	4.70	5.60	6.50
20.0	—	—	—	4.10	4.90	5.70

表-12 (2). 経済的切換幅員 (m) ($p=1.20$ 円の場合)

h_{max} (m) \ H (m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
3.0	—	5.10	6.30	7.30	8.20	9.10
6.0	—	4.40	5.50	6.40	7.30	8.20
10.0	—	3.70	4.50	5.30	6.20	7.10
15.0	—	—	3.70	4.30	5.20	6.00
20.0	—	—	—	3.90	4.50	5.20

表-12 (3). 同 ($p=1.50$ 円の場合)

h_{max} (m) \ H (m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
3.0	—	—	5.60	6.70	7.70	8.60
6.0	—	—	4.90	5.90	6.80	7.20
10.0	—	—	4.10	4.80	5.60	6.40
15.0	—	—	—	3.90	4.50	5.10
20.0	—	—	—	—	3.90	4.50

図-7 (1). 切換幅員別除雪費節約額と切換
工事費利息 (延長 100 m 當り)

$H=3$ m

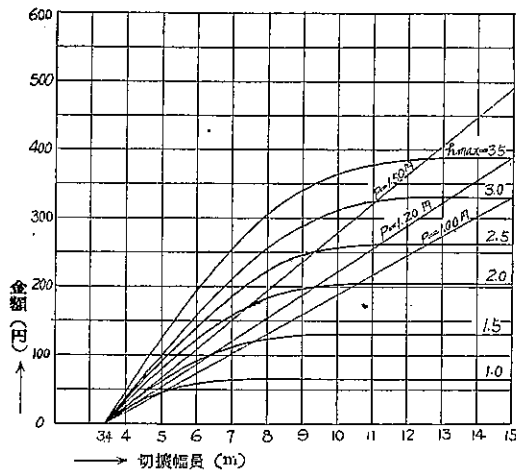


図-7 (2). 同 (延長 100 m 當り)

$H=6$ m

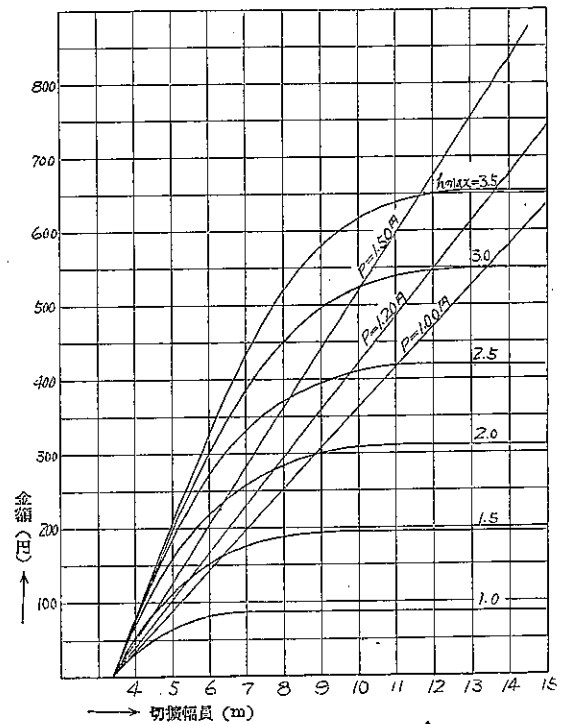


図-7 (3) 切換幅員別除雪費節約額と切換工事費利息
(延長 100 m 當り) $H=10\text{ m}$

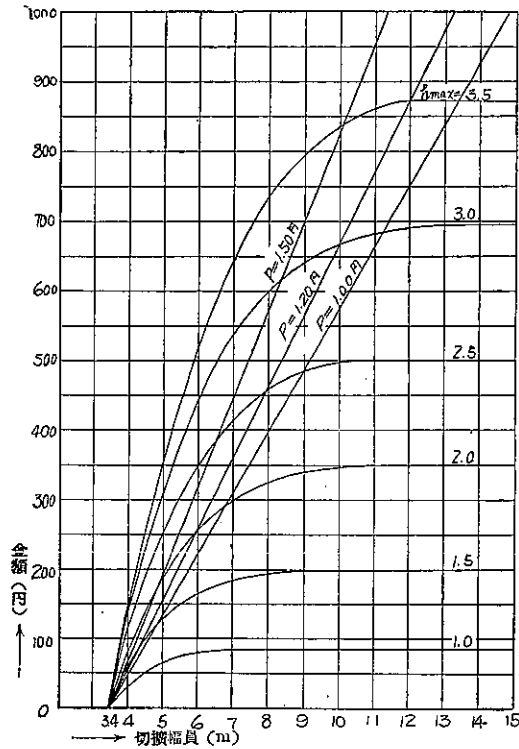


図-7 (4). 同 (延長 100 m 當り) $H=15\text{ m}$

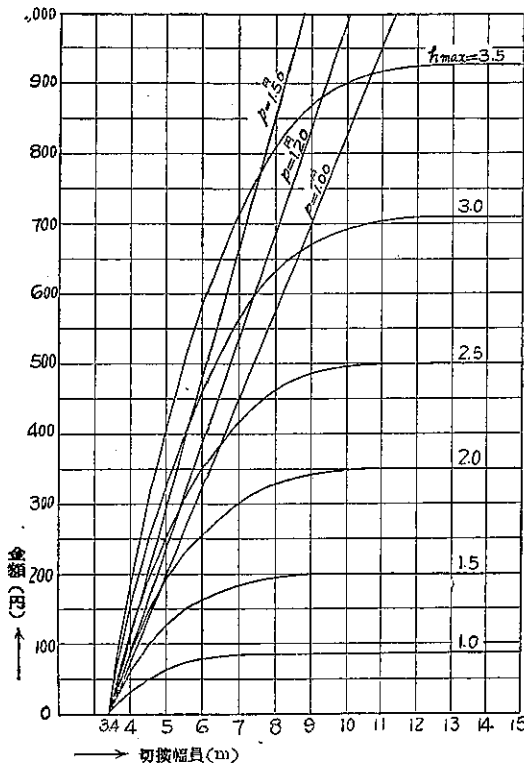


図-7 (5). 同 (延長 100 m 當り) $H=20\text{ m}$

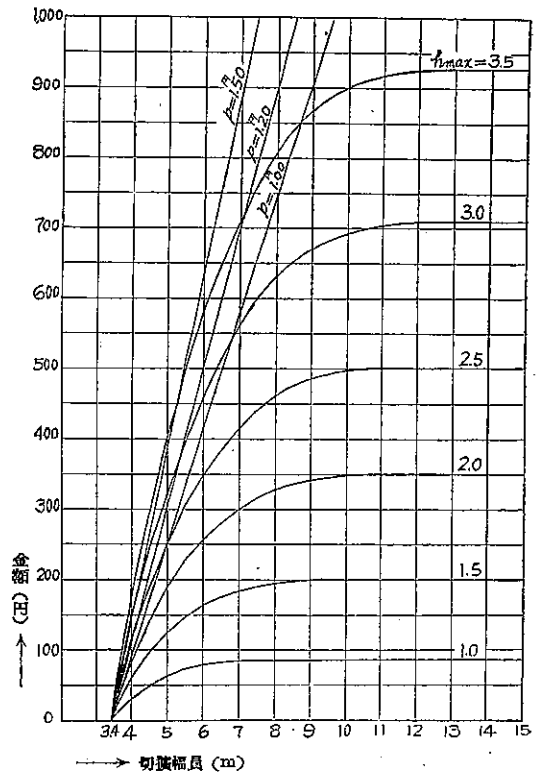


圖-8 (1). 年間利益額

$p=1.00$ 円, $H=3.0$ m

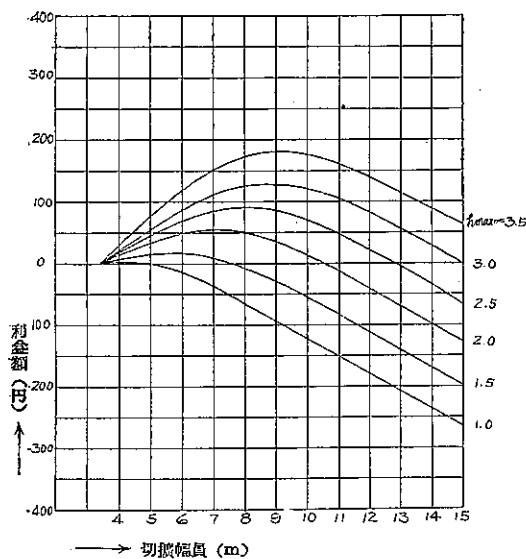


圖-8 (2). 同

$p=1.00$ 円, $H=6.0$ m

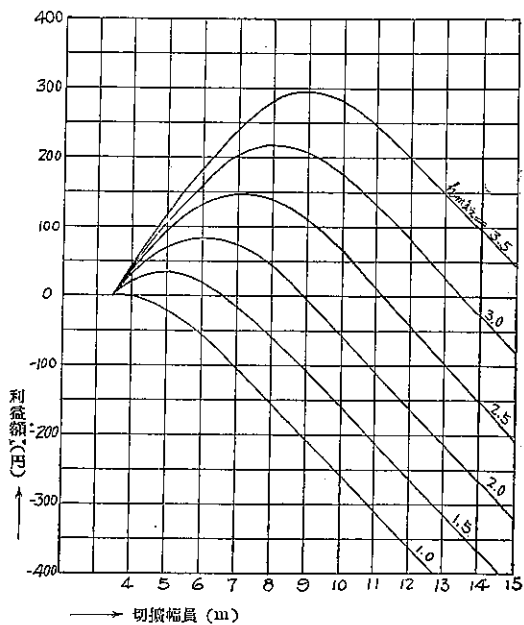


圖-8 (3). 同

$p=1.00$ 円, $H=10.0$ m

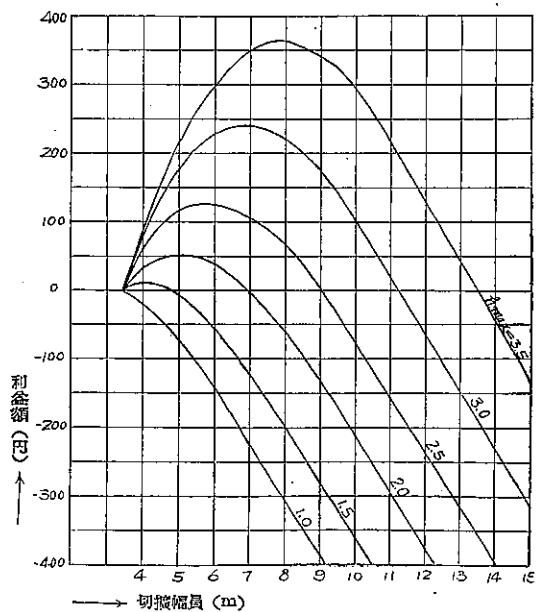


圖-8 (4). 同

$p=1.00$ 円, $H=15.0$ m

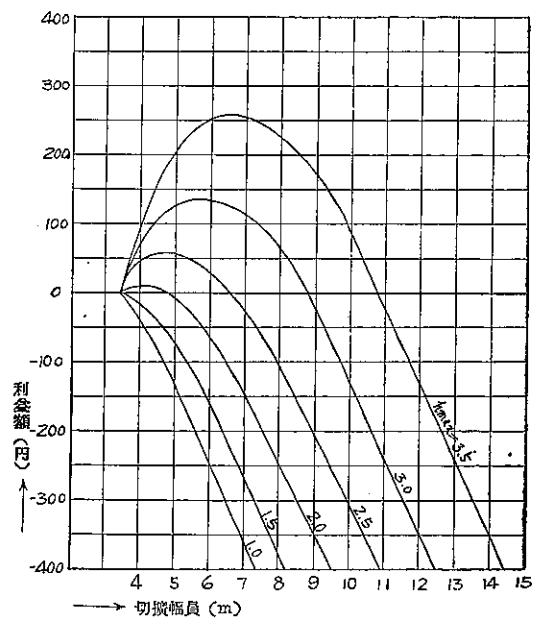


圖-8 (5). 年間利益額

$p=1.00$ 円, $H=2.00$ m

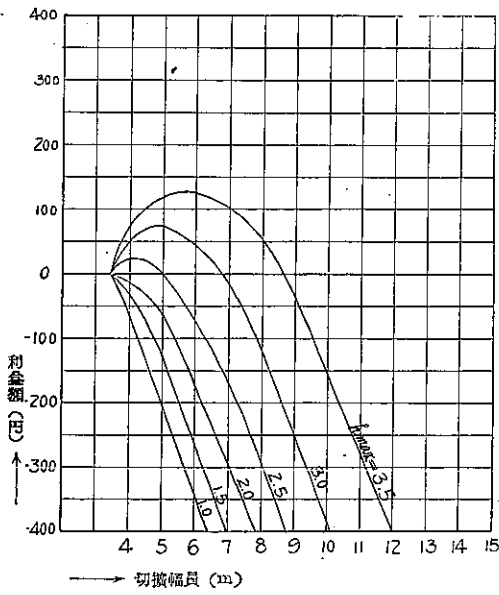


圖-8 (6). 同

$p=1.20$ 円, $H=3.0$ m

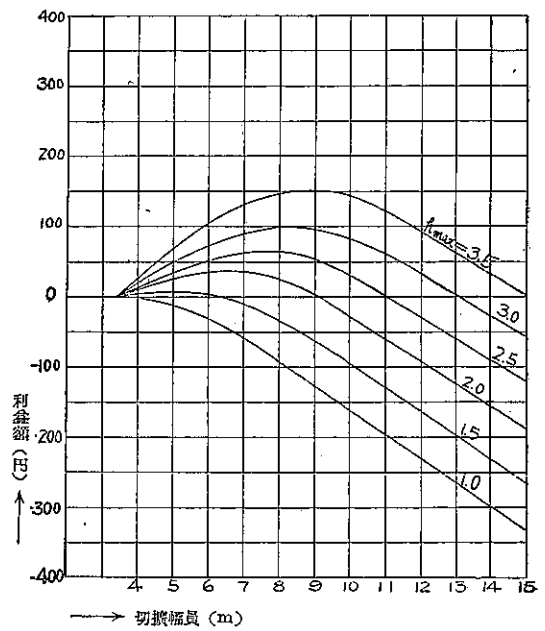


圖-8 (7). 同

$p=1.20$ 円, $H=6.0$ m

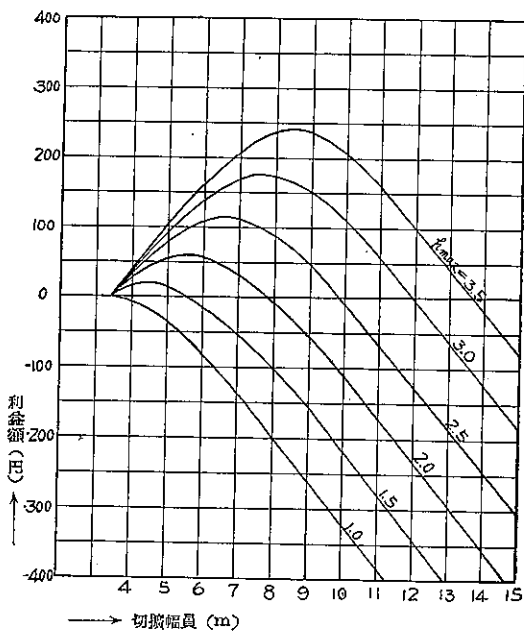


圖-8 (8). 同

$p=1.20$ 円, $H=10.0$ m

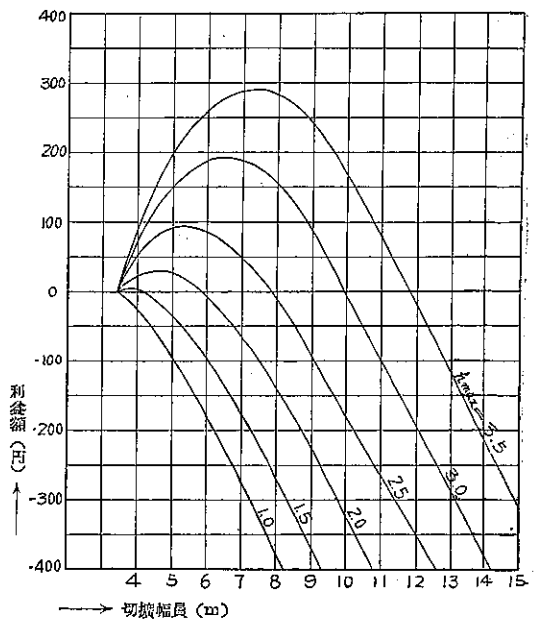


図-8 (9). 年間利益額

$p=1.20$ 円, $H=15.0$ m

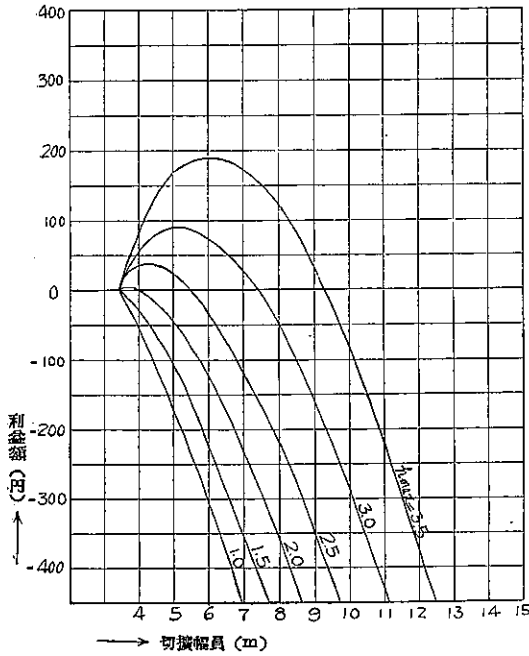


図-8 (10). 同

$p=1.20$ 円, $H=20.0$ m

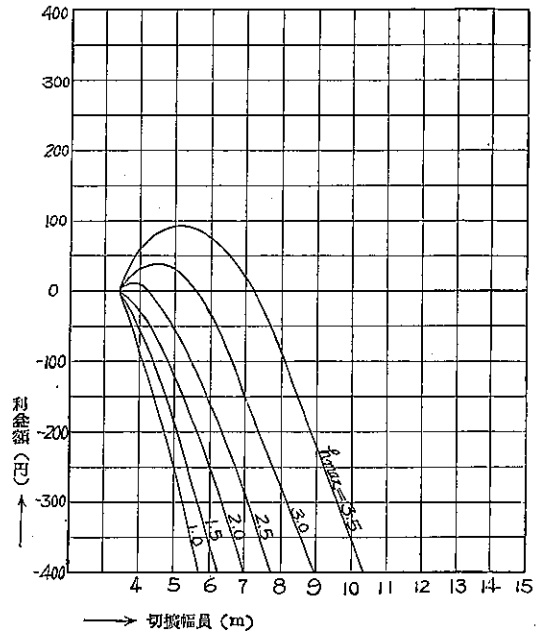


図-8 (11). 同

$p=1.50$ 円, $H=3.0$ m

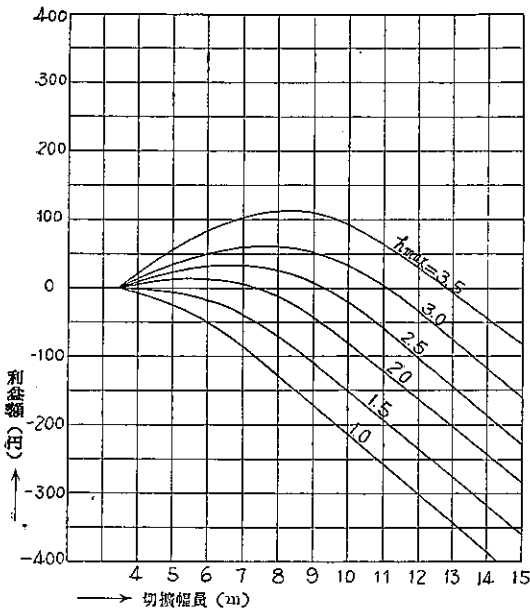


図-8 (12). 同

$p=1.50$ 円, $H=6.0$ m

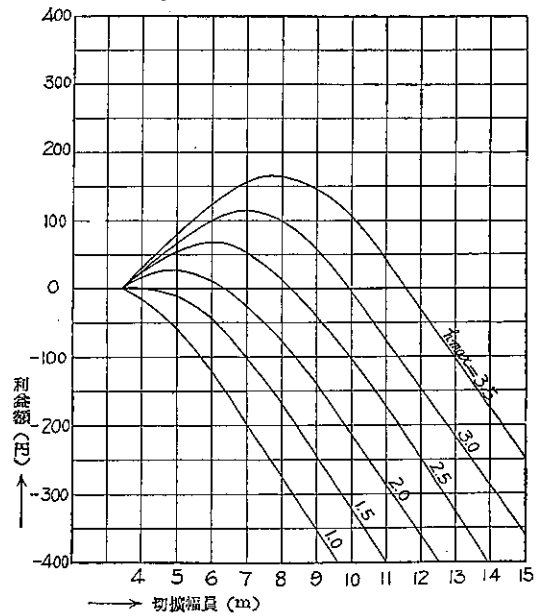


圖-8(13). 年間利益額

$p=1.50$ 円, $H=m1.00$

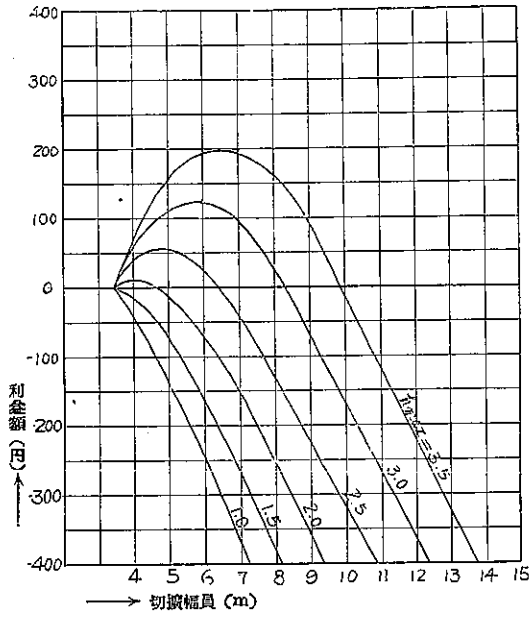


圖-8(14). 同

$p=1.50$ 円, $H=15.0$ m

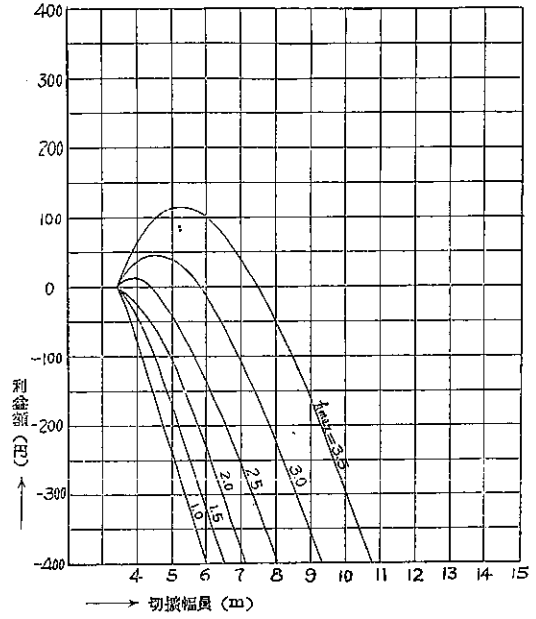


圖-8(15). 同

$p=1.50$ 円, $H=20.0$ m

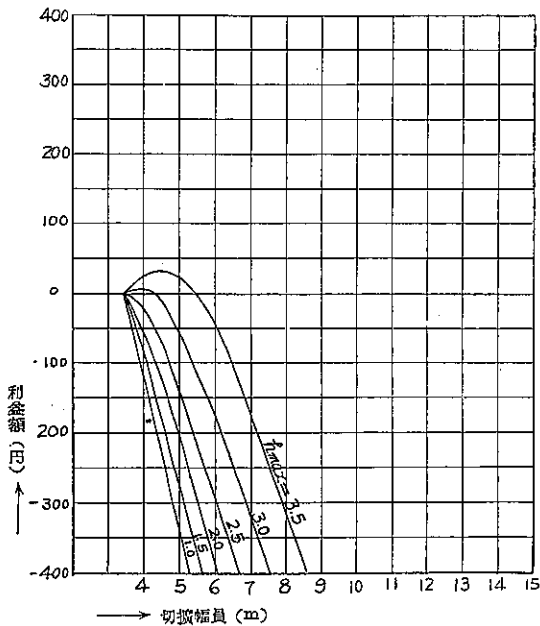


圖-9(1). 經濟的切擴幅員

$p=1.00$ 円

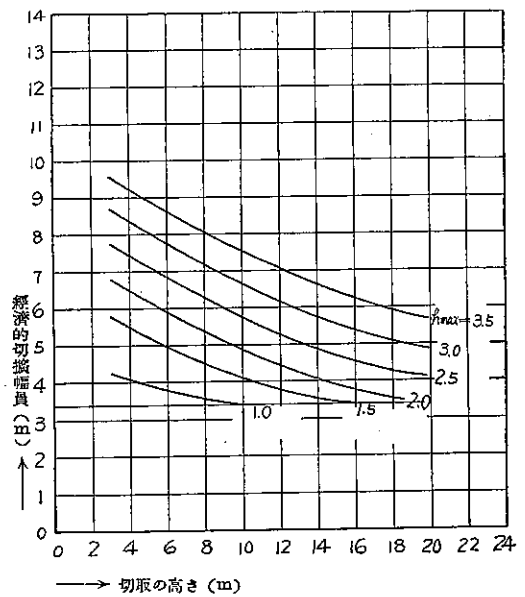


図-9 (2). 経済的切撤幅員
p=1.20 円

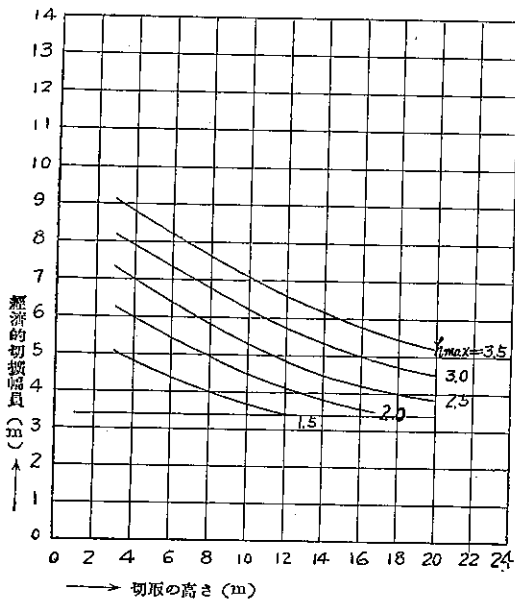
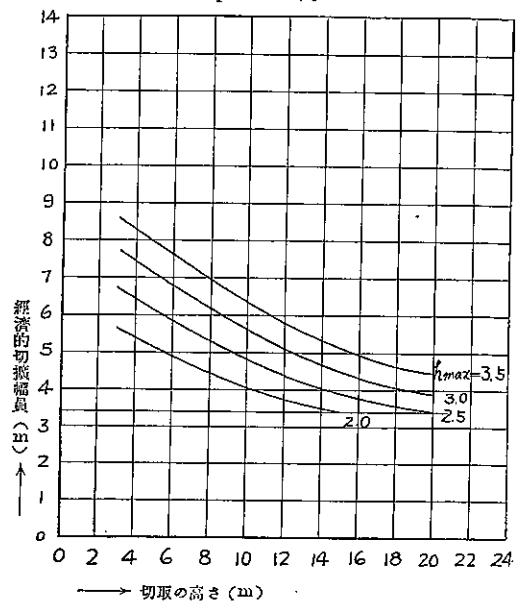


図-9 (3) 同
p=1.50 円



軌道材料の電蝕状態に就て

(昭和 13 年 7 月 16 日土木学会第 2 回年次学術講演會に於て)

會員 山 田 二 三 男*

要旨 本文は國有鉄道に於ける軌道材料の電蝕状態の現況を説明し、其の腐蝕電流に関する調査に基づき電蝕被害の軽減方法を併せ述べたものである。

目 次

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 緒 言 | 2. 電化區間と電蝕被害箇所 |
| 3. 電 蝕 の 實 状 | 4. 電 蝕 量 |
| 5. 電蝕軽減方法 | |

1. 緒 言

一般に地中に埋設された金属体即ち電力ケーブル、通信ケーブル、瓦斯鉄管及水道鉄管が電氣鉄道の軌條から流出する漏洩電流に因つて電氣分解作用を受け、缺損其の他の事故を發生してゐるが、國有鉄道に於ても線路の軌條及附屬品自体が同様に此の被害を受け相當注目すべきものがある。將來益々進展せんとする電化區間の増大に伴ひ、正に緊急之が防止対策をなすべきであるが故に、其の電蝕被害現況を知り、併せて電蝕に関する諸條件を究明する必要がある。

* 鉄道技師 工学士 鉄道省工務局保線課勤務